



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 34 361 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**C 22 C 38/02**  
C 22 C 38/16  
C 22 C 38/04  
C 22 C 38/06  
B 21 B 1/46  
F 16 C 33/62

⑲ Aktenzeichen: 198 34 361.2  
⑳ Anmeldetag: 30. 7. 1998  
㉓ Offenlegungstag: 3. 2. 2000

⑦① Anmelder:  
INA Wälzlager Schaeffler oHG, 91074  
Herzogenaurach, DE  
  
⑦② Erfinder:  
Grell, Karl-Ludwig, Dipl.-Ing., 91086 Aurachtal, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

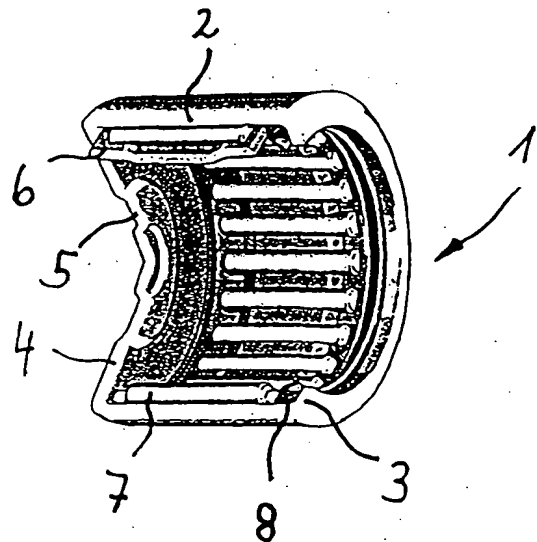
DE 38 03 064 C1  
DE 195 29 379 A1  
DE 41 37 118 A1  
DE 35 28 782 A1  
DE 33 23 255 A1  
DE 23 65 156 A1  
DE 89 16 245 U1  
US 51 23 965  
US 41 25 416  
US 37 72 091  
EP 00 75 292 B1  
WO 95 11 320 A1

JP Patents Abstracts of Japan:  
3-277739 A., C-918, March 11, 1992, Vol. 16, No. 98;  
07179989 A;  
07179990 A;  
07179991 A;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Bauteil, insbesondere Wälzlager- und Motorenbauteil

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein kaltgeformtes, präzisions-tiefgezogenes, einsatzgehärtetes Bauteil, insbesondere Wälzlager- und Motorenbauteil, das aus einem Kaltband hergestellt ist. Die chemische Zusammensetzung dieses Kaltbandes ist so geändert, daß eine Herabsetzung des Aluminiumgehaltes durch einen Zusatz von Titan ausgeglichen wird. Auf diese Weise wird das nur bei aluminiumberuhigten Stählen typische Pancake-Gefüge verhindert, so daß sich ein Kaltband mit besseren Umformigenschaften und besseren Rauheitswerten ergibt.



DE 198 34 361 A 1

## Beschreibung

## Anwendungsgebiet der Erfindung

- 5 Die Erfindung betrifft ein kaltgeformtes, präzisions-tiefgezogenes, einsatzgehärtetes Bauteil, insbesondere Wälzlager- und Motorenbauteil, das aus einem Kaltband hergestellt ist. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung des Kaltbandes.

## Hintergrund der Erfindung

- 10 Für die Herstellung von rotationssymmetrischen, kaltgeformten Bauteilen aus Tiefziehstahlband wird nach dem Stand der Technik ein aluminiumberuhigter, feinkörniger Stahl verwendet, der nach der Umformung Anisotropien in Form von Zipfeln aufzeigt. Nach dem einschlägigen Normenwerken, z. B. DIN 1623, DIN 1624 oder neu DIN-EN 10 130 "Kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Kaltumformen" wird hierzu ein Al-beruhigter Stahl vorgeschlagen, 15 der auch wahlweise mit Titan legiert sein kann.

Die chemische Zusammensetzung ist nach Tabelle 2 geregelt, d. h. z. B. die Tiefziehqualität FePO4 (frühere Bezeichnung St 14 oder St 4 vollberuhigt) wird mit folgender Analyse hergestellt, wobei die restlichen in dieser Norm genannten Elemente nur unwesentlich abweichen:

	C	P	S	Mn	Al	Ti
max.	0,08	0,030	0,030	0,40	vollberuhigt	kann zulegiert werden

- 25 Die sogenannte senkrechte Anisotropie als Verhältnis von wahrer Breitenformänderung zu wahrer Dickenformänderung in einer Probe bei einachsiger Zugbeanspruchung ist unter A1 (Begriffe, Kurzzeichen und Bezeichnungen) näher beschrieben. Hinsichtlich Austenit- oder Ferritkorngrößen, Form und Verteilung ist nichts weiter erwähnt (EN 10 130).

Dem Fachmann ist in diesem Zusammenhang auch bekannt, daß dabei die Elemente Kohlenstoff-, Phosphor-, Schwefel-, Siliziumgehalte, Mangan so gering wie möglich zu halten sind, um eine gute Tiefziehbarkeit zu garantieren.

- 30 Eine Eigenheit dieses Stahles ist es, daß er im vollberuhigten Gefügezustand mit üblichen Al-Zugaben beim Walzen von der Bramme über das Warmband bis zum Kaltband ein sogenanntes Pancake-Gefüge ausbildet, was unmittelbar mit Aluminiumnitrid-Ausscheidungen in einem Zusammenhang steht. Diese Aluminium- und Stickstoffatome sind teils gelöst und befinden sich teils an Korngrenzen des Austenits als Al-Nitride, wobei dieser Prozeß diffusions- und temperaturabhängig ist. Wird aus Kapazitätsgründen beim Walzen des Warmbandes schnell abgekühlt, so ist die Ausscheidung von Al-Nitrid an den Korngrenzen noch nicht vollständig abgeschlossen. Beim nachfolgenden Kaltwalzen und Aufheizen beim Rekristallisationsglühen des Kaltbandes scheiden sich diese Aluminiumnitride vollständig an den verformten Ferrit-Kristallgrenzen aus, weil die Rekristallisationstemperatur höher liegt als die Ausscheidungstemperatur des Aluminiumnitrides. D. h., es findet zwar eine Rekristallisation statt, jedoch richtet sich deren Korngrenzenorientierung nach den abgelagerten Aluminiumnitriden. Es entsteht ein flaches, nicht globulares Ferritkorn, genannt Pancake-Gefüge. Die 40 in Walzrichtung orientierten Korngrenzen fördern nun die Ausbildung einer sogenannten Orangenhaut nach dem Tiefziehvorgang. Liegt diese Orangenhaut bei Wälzlagerbauteilen im Bereich einer Laufbahn, so führt dies zu unerwünschter Geräuschbildung beim Rollkontakt durch erhöhte Rauheit.

Ein weiterer Nachteil dieses so hergestellten aluminiumberuhigten Stahlbandes liegt darin, daß es anisotrope, d. h. richtungsabhängige Eigenschaften aufweist.

- 45 So neigt es beispielsweise beim Tiefziehen zur Zipfelbildung mit unterschiedlichen Wanddicken im Zipfel. Dies wiederum bedeutet, daß man entweder Materialverlust durch Abschneiden des Zipfels oder Wanddickenunterschiede beim spanlos geformten Präzisionsendteil hinnehmen muß.

## Zusammenfassung der Erfindung

- 50 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einsatzgehärtete Präzisionsbauteile, beispielsweise Nadellager, Hül- sen oder Büchsen mit optimalen Eigenschaften herzustellen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe nach dem kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 dadurch gelöst, daß das Kaltband nachstehende Zusammensetzung aufweist:

55 Kohlenstoff	0,06–0,14%
Silizium	≤ 0,10%
Mangan	0,40–0,90%
Phosphor	≤ 0,025%
60 Schwefel	≤ 0,015%
Aluminium	≤ 0,080%
Stickstoff	0,006–0,015%
Titan	0,020–0,060%
Kupfer	≤ 0,15%
65 Nickel	≤ 0,10%
Rest	Eisen,

eine Waddickengleichheit von  $< 1\%$  sowie eine Oberflächenrauheit von  $R_a < 0,25 \mu\text{m}$  besitzt und eine Kernhärte von 150–300 HV 1 aufweist.

Die daraus hergestellten erfindungsgemäßen Ziehteile, also präzisions-tiefzogener Wälzlagernteile, unterscheiden sich vom Kaltband St 4 nach dem bisherigen Stand der Technik hauptsächlich dadurch, daß der Aluminiumgehalt heruntersetzt und zusätzlich Ti im stöchiometrischen Verhältnis zum Stickstoffgehalt im Stahl zulegiert wird, wobei eine hinreichende Martensitbildung in der einsatzgehärteten Oberfläche, eine Kernfestigkeit von 150–220 HV, feinkörnige, nur geringe Laufgeräusche induzierten Laufbahntopografie und symmetrische Waddickenverhältnisse vorliegen.

Das zugehörige Verfahren zur Herstellung des Kaltbandes zeichnet sich dadurch aus, daß aus dem vergossenen Stahl über eine Bramme bei mehr als  $980^\circ\text{C}$  ein Warmband hergestellt wird, dessen Haspelendtemperatur beim Aufwickeln des Coils etwa  $600\text{--}750^\circ\text{C}$  beträgt, die anschließende Kaltumformung mit einem Umformgrad von 30 bis 65% erfolgt, bevor bei maximal  $730^\circ\text{C}$  eine rekristallisierende Kaltbandschlußglühe erfolgt und das Kaltband gegebenenfalls abschließend dressiert wird. Durch diese Abfolge der Verfahrensschritte ist sichergestellt, daß das typische Pancake-gefüge eines aluminiumberuhigten Stahles vermieden ist und isotrope Eigenschaften dem Bauteil verliehen werden.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Stahlzusammensetzung und der genauen Abstimmung von Warmwalz-, Kaltwalz- und Glühbedingungen liegen darin, daß die Umformeigenschaften in allen Richtungen, d. h., in Längs-, Quer- und Diagonalrichtung nahezu gleich sind. Mit anderen Worten, es liegt ein weitgehend isotropes Kaltband vor. Die Vorteile dieser isotropen Eigenschaften des Kaltbandes beim Herstellen der Präzisionsbauteile sind derart, daß im spanlosen Formgebungsprozeß ein sehr gleichmäßiger Stofffluß gegeben ist. Durch diesen gleichmäßigen Werkstofffluß beim Umformen sind Werkzeuge und Maschinen weniger belastet und beim Umformprozeß sind nachteilige Wandverjüngungen im Radius gezogener Borde aufgrund günstiger R-Werte vermieden. Mit der verfeinerten Sekundärkorngröße geht eine Verringerung der Aufrauung der Oberflächen einher, so daß bei einem  $R_a \leq 0,4 \mu\text{m}$  im Laufbahnbereich von Wälzlagernteilen eine Geräuschverminderung beim Überrollen im Laufeinsatz und Drehzahlen über  $1\,500 \mu/\text{min}$  gegeben ist.

Die Erfindung wird an nachstehendem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivisch dargestellte Nadelbüchse

Fig. 2 einen tiefgezogenen Napf ohne Zipfelbildung

Fig. 3 einen tiefgezogenen Napf mit Zipfelbildung

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

Die in Fig. 1 gezeigte und mit 1 bezeichnete Nadelbüchse weist einen Radialabschnitt 2 mit kreisringförmigen Profil auf, der an einem Ende in einen radial nach innen gerichteten Bord 3 übergeht, und am anderen Ende durch einen Boden 4 verschlossen ist. Zwischen dem mit einer Erhebung 5 versehenen Boden 4 und dem Bord 3 wälzen in einem Käfig 6 geführte Lagnadeln 7 ab, wobei an der offenen Seite der Nadelbüchse 1 noch eine Lippendichtung 8 angeordnet ist. Derartige Nadelbüchsen 1 schließen Lagerstellen an Wellenenden ab. Die Vorstufe der fertigen Nadelhülse 1 ist in Fig. 2 gezeigt. Der dort dargestellte, durch einen mehrstufigen Ziehprozeß hergestellte Napf 9 ist zipfelfrei, während der in Fig. 3 gezeigte Napf 10 eine beträchtliche Zipfelbildung aufweist.

Ein beruhigter Stahl nachstehender Zusammensetzung:

0,08% Kohlenstoff  
0,06% Silizium  
0,60% Mangan  
0,020% Phosphor  
0,010% Schwefel  
0,030% Aluminium  
0,009% Stickstoff  
0,050% Titan  
0,10% Kupfer  
0,05% Nickel  
Rest Eisen

wird in einem entsprechenden schmelzmetallurgischen Aggregat erschmolzen und anschließend zu einer Bramme vergossen. Aus dieser Bramme wird mit Hilfe eines Warmwalzprozesses ein Warmband hergestellt, dessen Waddicke ein mehrfaches des späteren Dicke des Kaltbandes beträgt. Das Walzen des Warmbandes erfolgt bei  $1000^\circ\text{C}$  im homogenen Austenitgebiet. Die Haspeltemperatur beim Aufwickeln des sogenannten Coils des titanstabilisierten Stahles nach dem Warmwalzen erfolgt bei  $750^\circ\text{C}$ . Nach dem Erkalten des Coils wird das Warmband entzündet und einem Beizprozeß unterworfen. Anschließend wird in einem Kaltwalzwerk durch einen Formgebungsprozeß die gewünschte Dicke des Kaltbandes eingestellt, wobei ein Verformungsgrad von 30 bis 65% angestrebt wird, da in diesem Bereich der Kaltumformung mit der geringsten Zipfelbildung zu rechnen ist. Nach diesem Kaltwalzprozeß wird das Kaltband einer sogenannten Kaltbandschlußglühe bei  $700^\circ\text{C}$  zur Rekristallisation unterworfen. Das Endergebnis dieser Kaltbandschlußglühe ist ein Korn mit einer Sekundärkorngröße 7 in globularer Struktur und feinkörniger Zementitverteilung. Auf diese Weise ist eine hohe Isotropie, d. h. eine Richtungsunabhängigkeit der Bandedigenschaften gegeben. Es folgt ein allgemein üblicher Dressierprozeß, d. h. ein geringfügiges Nachwalzen des Bandes zu dessen Stabilisierung der Streckgrenze.

Ein derartiges Coil mit einer Abmessung von beispielsweise  $100 \times 1,10 \text{ mm}$  wird nun zur Weiterverarbeitung an die metallverarbeitende Industrie geliefert. Aus diesem  $1,10 \text{ mm}$  dicken Kaltband wird eine Präzisions-Nadellagerbüchse

durch einen mehrstufigen Formgebungsprozeß hergestellt, wobei deren Enddicke dann 0,90–0,010 mm beträgt, d. h. es wurde um ca. 15% wanddickenreduziert bei einem quadratischen oder überquadratischen Ziehverhältnis.

Diese Nadellagerbüchse wird nun in bekannter Weise in einem Durchlaufofen einer Einsatzhärtung bei etwa 900°C unterworfen, wobei nach etwa 2 Stunden in einer Randschicht des Bauteils ein Kohlenstoffgehalt von 0,8% eingestellt ist. Die derart aufgekohlte Nadelbüchse 1 wird nun zur Härtesteigerung in einem Ölbad abgeschreckt (Einsatzhärtung), wobei die Randhärte nach dem Aufkohlen 700 + 140 HV beträgt. Anschließend wird die Nadelbüchse einem Reinigungsprozeß unterworfen. Dieses Bauteil mit hoher Maßgenauigkeit ist nun ohne weitere Nachbearbeitung wie Schleifen und Honen der Laufbahn sofort funktionsbereit, wenn noch die Wälzkörper (Nadeln, Kugeln mit und ohne Käfig) eingelegt sind und die Stirnfläche durch Verbördeln der offenen Büchsen­seite geschlossen wird.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Nadelbüchse
- 2 Radialabschnitt
- 15 3 Bord
- 4 Boden
- 5 Erhebung
- 6 Käfig
- 7 Lagernadel
- 20 8 Lippendichtung
- 9 Napf
- 10 Napf

#### Patentansprüche

25 1. Kaltgeformtes, präzisions-tiefgezogenes, einsatzgehärtetes Bauteil, insbesondere Wälzlager- und Motorenbauteil, das aus einem Kaltband hergestellt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Kaltband nachstehende Zusammensetzung aufweist:

30	Kohlenstoff	0,04–0,14%
	Silizium	≤ 0,10%
	Mangan	0,20–0,90%
	Phosphor	≤ 0,025%
	Schwefel	≤ 0,015%
35	Aluminium	≤ 0,080%
	Stickstoff	0,006–0,015%
	Titan	0,015–0,060%
	Kupfer	≤ 0,15%
	Nickel	≤ 0,10%
40	Rest	Eisen,

eine Wanddickengleichheit von < 1‰ sowie eine Oberflächenrauheit  $R_a < 0,25 \mu\text{m}$  besitzt und eine Kernhärte von 150–300 HV 1 aufweist.

45 2. Verfahren zur Herstellung des Kaltbandes nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem vergossenen Stahl über eine Bramme bei mehr als 980°C ein Warmband hergestellt wird, dessen Haspeltemperatur beim Aufwickeln des Coils etwa 600–750°C beträgt; die anschließende Kaltumformung mit einem Umformgrad von 30 bis 65% erfolgt, bevor bei maximal 730°C eine rekristallisierende Kaltbandschlußglühe erfolgt und das Kaltband gegebenenfalls abschließend dressiert wird.

50 Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**BEST AVAILABLE COPY**

Fig. 1

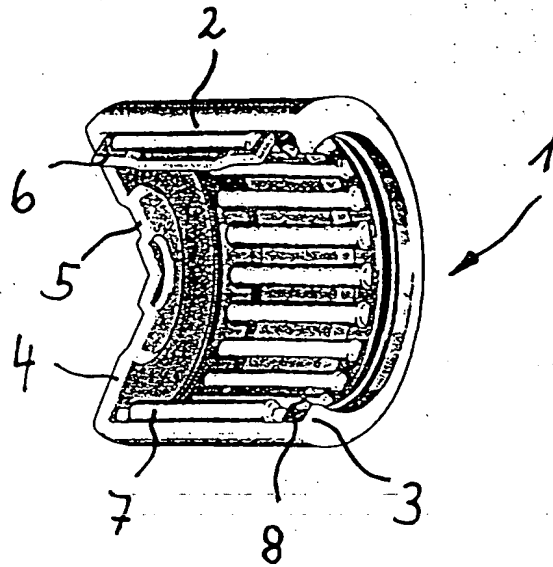


Fig. 2

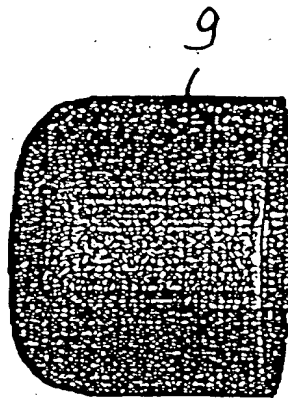
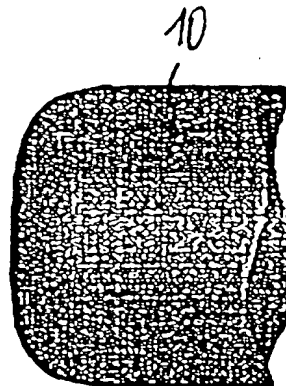


Fig. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**